Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science
Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région du Pacifique | Réponse des Sciences 2013/017

EXAMEN DE LA STRUCTURE DE LA POPULATION DE MORUE CHARBONNIÈRE DU PACIFIQUE NORD-EST ET DE SON INCIDENCE SUR LES PÊCHES CANADIENNES SUR LES MONTS SOUS-MARINS

Contexte

Sur la côte ouest du Canada, bon nombre de populations de poissons commerciaux sont réparties en « stocks » distincts. Cette répartition s'explique par une combinaison de raisons biologiques et opérationnelles. Il peut arriver, par exemple, que les attributs biologiques d'une population de poissons donnent à penser qu'au plan génotypique ou phénotypique, elle se différencie des autres populations de la même espèce vivant dans des zones voisines. Les pratiques de gestion peuvent donner lieu à la séparation d'une population en stocks, en raison de contraintes liées à la surveillance des prises et des rejets, de contraintes de mise en application et de contraintes d'évaluation propres à une zone. La nécessité d'une analyse des données biologiques et des données sur les prises et sur l'abondance propres à chaque population impose généralement la division des grandes populations en stocks distincts. Enfin, les populations de poissons chevauchant des frontières nationales, ou vivant – en totalité ou en partie – dans les eaux internationales, peuvent être réparties en stocks pour des raisons purement politiques.

La gestion des pêches canadiennes de la morue charbonnière (*Anoplopoma fimbria*) sur les monts sous-marins situés au sein et à l'extérieur de la zone économique exclusive des eaux canadiennes du Pacifique est indépendante de la gestion des pêches de morue charbonnière le long du plateau et du talus continentaux de la Colombie-Britannique. Le total autorisé des captures (TAC) pour la pêche côtière est fixé chaque année et repose sur une analyse quantitative des données sur les prises et sur l'abondance propres à la pêche côtière. En revanche, les prises de morue charbonnière dans les populations des monts sous-marins sont réglementées par une limite mensuelle par navire et par des tactiques de contrôle des intrants telles que la délivrance de permis de pêche à accès limité, les fermetures saisonnières et les restrictions concernant les engins. L'émergence de cette forme distincte de gestion des prises appliquée aux monts sous-marins ne repose pas sur des preuves biologiques de l'existence de différences de structure des stocks entre la population de morue charbonnière vivant à proximité des monts sous-marins et la population côtière. La distinction découle plutôt du fait que ces pêches ont des origines différentes; en effet, les pêches côtières se sont transformées en activités industrielles à grande échelle dans les années 1970, tandis que les pêches sur les monts sous-marins sont restées des activités expérimentales jusqu'aux années 1980.

La Direction de la gestion des écosystèmes de la région du Pacifique de Pêches et Océans Canada et la Direction de la gestion des pêches et de l'aquaculture ont demandé à la Direction des sciences de la région du Pacifique de leur fournir des renseignements et des avis scientifiques afin de les aider à évaluer la conformité de la pêche avec la politique sur le Cadre pour la pêche durable et d'appuyer l'élaboration de plans de gestion de la zone de protection marine du mont sous-marin Bowie (Sgaan Kinghlas) [ZPM SK-B]. La pêche de la morue charbonnière au moyen de casiers est autorisée dans la zone 2 de la ZPM SK-B, en vertu du Règlement sur la zone de protection marine du mont sous-marin Bowie.

Plus précisément, trois questions ont été posées :

1. La population de morue charbonnière vivant à proximité des monts sous-marins et celle qui vit le long du plateau et du talus continentaux de zone côtière de la Colombie-Britannique représentent-elles des populations biologiques différentes?
2. Quelle est la nature [p. ex., la fréquence et l'ampleur] du phénomène de permutation entre la population de morue charbonnière vivant à proximité des monts sous-marins et la population côtière de morue charbonnière?
3. Quels sont les avantages et les risques associés aux approches autres que celle qui consiste à gérer comme un seul stock la population de morue charbonnière vivant à proximité des monts sous-marins et la population côtière de morue charbonnière?

Le présent document examine des études portant sur le cycle biologique, des études génétiques et des études portant sur la remise à l'eau de poissons étiquetés et la récupération des étiquettes, réalisées dans toute l'aire de répartition de la morue charbonnière dans le nord-est de l'océan Pacifique, et présente des données jusqu'à présent non publiées sur la remise à l'eau de poissons étiquetés et la récupération des étiquettes. L'objectif est de déterminer dans quelle mesure la distinction biologique entre la population de morue charbonnière vivant à proximité des monts sous-marins et la population côtière de morue charbonnière est étayée par des observations empiriques. La synthèse de ces renseignements est suivie d'un résumé de trois autres options de gestion de la morue charbonnière vivant à proximité des monts sous-marins en Colombie-Britannique; toutefois, une connaissance de l'ensemble des objectifs liés aux écosystèmes des monts sous-marins est nécessaire pour pouvoir procéder à une évaluation détaillée de l'efficacité relative de ces options. Certains objectifs, notamment ceux qui concernent la diversité des espèces et de l'habitat, ne sont qu'indirectement liés à la situation de la morue charbonnière, mais imposent des contraintes à la pêche de cette espèce.

Le présent rapport de réponse des Sciences est le résultat du processus spécial de réponse des Sciences du 30 mai 2013, qui portait sur l'Examen de la structure de la population de morue charbonnière du Pacifique Nord-Est et de son incidence sur les pêches canadiennes sur les monts sous-marins. Il n'existe aucun avis antérieur à ce sujet, et pour l'instant il n'est pas prévu que d'autres avis soient émis concernant la structure de la population de morue charbonnière.

Renseignements de base

La morue charbonnière (également appelée « rascasse noire ») vit dans les eaux de plateau et de talus de l'océan Pacifique Nord, dans une zone qui s'étend de la mer de Béring et des îles Aléoutiennes jusqu'à la Basse-Californie. Dans cette aire de répartition, la morue charbonnière supporte en outre des concentrations d'oxygène relativement faibles, ce qui lui permet d'occuper toute la région du talus, à plus de 1 500 mètres de profondeur. L'âge, la taille et la maturité des individus varient selon les zones et les profondeurs (Saunders *et al.* 1997, Sigler *et al.* 1997). La croissance de la morue charbonnière est rapide : un individu atteint une longueur à la fourche de 55 cm en 3 à 5 ans, et peut atteindre une longueur maximale d'environ 110 cm. Chez la morue charbonnière vivant dans les eaux de la Colombie-Britannique, l'âge le plus élevé enregistré est 92 ans. La production annuelle de morue charbonnière le long de la côte dépend généralement du recrutement, qui est habituellement de faible à modéré. On observe toutefois occasionnellement des classes d'âge abondantes, qui peuvent persister pendant des périodes de 8 à 10 ans. Lorsqu'elle est âgée de trois à cinq ans, la morue charbonnière devient vulnérable à la pêche au chalut, aux casiers et à la palangre.

Le TAC de morue charbonnière vivant le long de la côte (et non à proximité de monts sous-marins) est fixé chaque année, et correspond à une proportion du total estimé de la production

disponible (Cox *et al.* 2011). Le TAC le long de la côte est réparti entre les pêcheurs titulaires de permis K, qui pêchent à la palangre et aux casiers dans le cadre de pêches dirigées (91,25 %) et les pêcheurs titulaires d'un permis T, qui utilisent des chaluts (8,75 %). Ces deux secteurs de pêche utilisent un système de quotas individuels transférables pour répartir leur part du TAC entre les pêcheurs (Pêches et Océans Canada [MPO] 2013). Les morues charbonnières capturées accidentellement dans le cadre de pêches à la palangre visant le flétan, les sébastes, la morue-lingue, l'aiguillat commun du Pacifique ou d'autres espèces démersales, doivent être prises en compte dans les limites du TAC. Dans le cadre des pêches côtières et des pêches sur les monts sous-marins, le respect des quotas individuels ou des limites par navire est contrôlé au moyen d'une surveillance vidéo à 100 % ou d'une couverture par des observateurs (faisant l'objet d'une vérification externe) ainsi que d'un processus de validation des débarquements à quai, indépendant de la pêche. Le niveau des débarquements annuels totaux de 2012 (2 175 tonnes) s'approche des niveaux les plus bas observés depuis 1969 (Figure 1).

La réglementation impose une limite de taille minimale, établie à 55 cm de longueur à la fourche et applicable à toutes les pêches commerciales canadiennes de morue charbonnière. Tous les casiers utilisés pour pêcher la morue charbonnière doivent être équipés au minimum de deux anneaux de sortie d'un diamètre intérieur d'au moins 8,89 cm (3,5 pouces), afin de réduire les risques de capture de poissons de taille non réglementaire. Le maillage des casiers doit par ailleurs comprendre des panneaux biodégradables afin d'atténuer la pêche fantôme attribuable aux casiers perdus. La limite de taille ne concerne pas la pêche récréative, dans le cadre de laquelle une limite quotidienne de quatre (4) prises de morue charbonnière s'applique. Les activités de recherche, d'évaluation, de gestion et d'application de la loi entreprises par le MPO ont été complétées par une entente de collaboration conclue avec des titulaires de permis K membres de l'industrie de la morue charbonnière.

Les prises annuelles de morue charbonnière dans les populations des monts sous-marins sont réglementées au moyen d'une combinaison de mesures de contrôle des intrants et des extrants, ce qui n'est pas le cas dans le cadre des pêches côtières (MPO 2013). Premièrement, dans le cadre des pêches nordiques comme dans celui des pêches du sud, entre avril et septembre (inclusivement), seul un navire par mois est autorisé à pêcher sur les monts sous-marins. Dans le cas des pêches sur les monts sous-marins du nord, seule l'utilisation de casiers est autorisée, tandis que dans celui des pêches sur les monts sous-marins du sud, il est permis d'utiliser la palangre et les casiers. L'utilisation de chaluts n'est pas autorisée dans le cadre des pêches sur les monts sous-marins. La quantité de prises de morue charbonnière est limitée à 75 000 lb (34 tonnes métriques) par navire dans le cadre de chaque pêche sur des monts sous-marins. En moyenne, la pêche sur les monts sous-marins représente environ 3 % (de 0,4 % à 8 %) du total des débarquements canadiens de morue charbonnière. Plus précisément, la majeure partie de l'ensemble des débarquements de poissons pêchés sur des monts sous-marins provient du mont sous-marin Bowie (Figure 1).

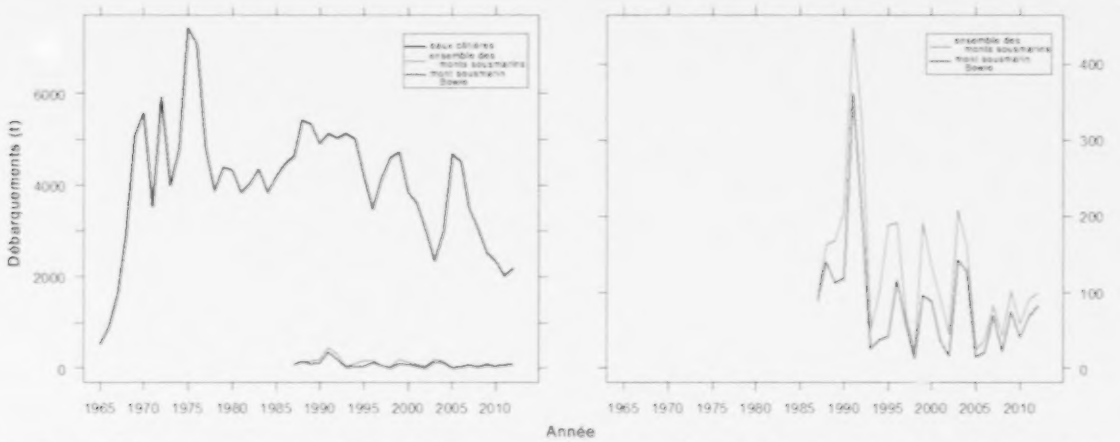

Figure 1. Débarquements, de 1965 à 2012, de morue charbonnière pêchée dans les eaux côtières de la Colombie-Britannique, sur l'ensemble des monts sous-marins et sur le mont sous-marin Bowie (graphique de gauche). Les débarquements de poissons pêchés sur le mont sous-marin Bowie représentent la plus grande proportion de l'ensemble des débarquements de poissons pêchés sur des monts sous-marins (graphique de droite). Ces données ont été tirées de GFCATCH, de PacHarvSable et du système d'exploitation des pêches, qui sont des bases de données tenues à jour par la région du Pacifique du MPO.

Analyse et réponse

Selon l'hypothèse prédominante concernant la structure de la population de morue charbonnière du Pacifique Nord – hypothèse initialement proposée à l'issue des études portant sur la remise à l'eau de poissons étiquetés et la récupération des étiquettes (Kimura *et al.* 1998) –, il se pourrait qu'il existe deux populations de cette espèce le long de la côte de l'Amérique du Nord. Le territoire de l'une de ces populations s'étendrait au nord-ouest, du nord de l'île de Vancouver jusqu'aux Îles Aléoutiennes et à la mer de Béring, à travers le golfe d'Alaska. La deuxième population occuperait le territoire situé au sud, du nord de l'île de Vancouver à la Basse-Californie. Des analyses génétiques réalisées récemment n'ont pas permis de découvrir de preuves de différenciation génotypique, qui auraient étayé l'hypothèse de l'existence de deux populations. Seules de faibles différences ont été observées entre les extrêmes nord et sud de l'aire de répartition de la morue charbonnière (Tripp-Valdez *et al.* 2012). L'absence apparente d'une structure de population biologique résulte probablement du fait que la morue charbonnière est un poisson très mobile dans toutes les échelles spatiales liées à son cycle biologique. Les larves et les juvéniles de morue charbonnière sont transportés par les courants de surface, sur des distances pouvant aller de 10 à 100 km; les immatures effectuent un déplacement ontogénétique des eaux peu profondes vers les eaux profondes, sur des centaines de kilomètres; et les adultes peuvent se déplacer à l'échelle des bassins océaniques, sur des milliers de kilomètres. Par conséquent, le mélange des membres des populations présumées suffit probablement à justifier le fait que la morue charbonnière soit considérée comme une seule population biologique. Les caractéristiques du cycle biologique, les analyses portant sur la remise à l'eau de poissons étiquetés et la récupération des étiquettes, les études génétiques et autres renseignements venant étayer cette conclusion sont examinés ci-dessous, et cet examen est suivi d'une synthèse des enjeux en matière de gestion et des éventuelles autres options de gestion.

Début du cycle biologique

La morue charbonnière fraie entre janvier et mai, à des profondeurs de 300 à 500 mètres, près du bord du plateau continental. Le frai survenant plus tard a lieu à des latitudes plus élevées (Mason *et al.* 1983, Kendall et Materese 1987, McFarlane et Nagata 1988, Sigler *et al.* 2001). Les œufs sont pélagiques et peuvent incuber pendant plusieurs semaines; ils coulent à des profondeurs allant de 400 à 1 000 mètres, à mesure que leur densité s'accroît, avant d'éclore (Kendall et Matarese 1987). Les larves vésiculées, nourries dans les profondeurs, remontent immédiatement vers la couche superficielle de l'océan, où elles sont transportées par advection par les courants océaniques. Des larves ont déjà été capturées au large, jusqu'à 160 km de distance des côtes au sud-est de l'Alaska (Wing 1997), à 240 km de distance des côtes dans l'archipel des Aléoutiennes, à 370 km des côtes ailleurs (Kendall et Matarese 1987), et à plus de 180 km de la côte de la Colombie-Britannique, au large des frayères (Mason *et al.* 1983). Il n'y a pas de transition claire entre le stade de larve à croissance rapide et celui de jeune de l'année/juvénile, mais la durée du passage de 7 à 40 mm au stade larvaire est estimée à environ 12 semaines (Boehlert et Yoklavich 1985). Les larves et les jeunes de l'année seraient obligatoirement des habitants de surface, car ils dérivent vers la côte (McFarlane et Beamish 1983, Kendall et Materese 1987). Généralement, à la fin de l'été, les jeunes de l'année dont la taille est inférieure à 200 mm gagnent les eaux littorales et les eaux de bras de mer. Ils y restent pendant l'hiver, et leur taille atteint 300 à 400 mm l'été suivant. À ce moment-là, les juvéniles (mesurant 400 à 600 mm) se déplacent en haute mer, vers des eaux plus profondes, en compagnie de jeunes poissons (âgés de 3 à 4 ans) vivant dans les eaux du plateau continental et de poissons plus âgés migrant vers l'habitat du talus continental (Rutecki et Varosi 1997a,b, Saunders *et al.* 1997). La morue charbonnière vivant dans les eaux du golfe d'Alaska, et au moins une partie de la population de poissons vivant au nord de la Colombie-Britannique, ont tendance à se déplacer dans le sens antihoraire dans le golfe d'Alaska, et mettent quatre à cinq ans à atteindre leur habitat d'adulte (Maloney et Sigler 2008, Rutecki et Varosi 1997b, Heifetz et Fujioka 1991). Les petites morues charbonnières (longueur à la fourche inférieure à 57 cm) étiquetées provenant du passage Chatham, au sud-est de l'Alaska, avaient tendance à se déplacer vers le nord et vers l'ouest, tandis que les poissons plus gros (longueur à la fourche supérieure à 66 cm) avaient tendance à se déplacer vers le sud et vers l'est (Maloney et Heifetz 1997).

Remise à l'eau et récupération de poissons étiquetés le long de la côte

Des études portant sur la remise à l'eau et la récupération de poissons étiquetés, réalisées par des organismes canadiens et américains depuis la fin des années 1970, montrent que la morue charbonnière se déplace sur de longues distances dans son aire de répartition, notamment entre toutes les régions situées à proximité des côtes et des monts sous-marins. L'étude de Beamish et McFarlane (1988) a révélé que la plupart (plus de 75 %) des morues charbonnières adultes étiquetées provenant des eaux de la Colombie-Britannique étaient récupérées dans un rayon de 50 km autour du site de remise à l'eau, à l'exception des poissons étiquetés le long de la côte ouest de l'archipel Haida Gwaii (anciennement appelé « îles de la Reine-Charlotte »). Entre 12 % et 21 % des morues charbonnières étiquetées avaient été récupérées à plus de 200 km du site de leur remise à l'eau, et il a été établi que plus les périodes de liberté de ces poissons étaient longues, plus ces derniers risquaient de se faire recapturer à plus de 200 km du site de leur remise à l'eau. (Beamish and McFarlane 1988). Les données récentes relatives à la remise à l'eau de poissons étiquetés et à la récupération des étiquettes (période de 1991 à 2012) concordent avec les résultats de l'étude Beamish and McFarlane (1988), selon lesquels 40 à 50 % des morues charbonnières sont toujours récupérées dans un rayon de 50 km autour du site de remise à l'eau (Tableau 1). En règle générale, pour une période de liberté donnée, la proportion d'étiquettes récupérées diminue à mesure que l'on s'éloigne du site

de remise à l'eau. À plus de 500 km de distance du site de remise à l'eau, plus la période de liberté est longue, plus la proportion de poissons étiquetés récupérés augmente. Il convient de noter que ces distances (distances orthodromiques) ne correspondent pas à la distance réelle parcourue, car seuls les lieux de remise à l'eau et de récupération sont connus.

Les activités de récupération de morues charbonnières étiquetées et remises à l'eau dans le nord-est de l'océan Pacifique mettent en évidence : 1) une migration **depuis la côte vers le large**, des bras de mer continentaux vers les eaux côtières extérieures; 2) un phénomène de permutation, **le long du littoral**, entre les populations de poissons des régions côtières et des zones extracôtières; 3) un déplacement des poissons **des régions côtières vers les monts sous-marins**, depuis des sites de remise à l'eau situés dans des bras de mer continentaux et dans des régions côtières vers les monts sous-marins situés au large de la côte de la Colombie-Britannique (Figure 2); 4) un déplacement, **à l'échelle régionale**, depuis les eaux de la Colombie-Britannique vers les eaux des États-Unis, et inversement (Figure 3); et 5) un déplacement **à l'échelle des bassins océaniques**, depuis les eaux de la Colombie-Britannique vers l'archipel des Aléoutiennes et la mer de Béring, et vers le sud, en direction de la Basse-Californie. Le type de déplacement le moins souvent observé est le déplacement depuis les eaux côtières de la Colombie-Britannique, ou depuis les eaux des États-Unis, vers les régions côtières et les bras de mer où vivent généralement les morues charbonnières juvéniles.

Tableau 1. Nombre (en pourcentage) d'étiquettes récupérées sur des morues charbonnières par rapport au nombre de remises à l'eau en Colombie-Britannique entre 1991 et 2012. Les résultats sont exprimés en fonction de la distance séparant le lieu de récupération du site de remise à l'eau, et du nombre d'années passées en liberté. Les distances ont été calculées en fonction de la distance orthodromique séparant le lieu de remise à l'eau des poissons étudiés et le lieu de récupération indiqué dans le journal de bord.

	Distance (en km) parcourue depuis le lieu de remise à l'eau							
Années de liberté	**<10**	**11-50**	**51-100**	**101-250**	**251-500**	**501-1000**	**1000+**	**Récupérations**
1	31,5	22,8	10,1	21,2	8,2	3,2	2,9	**22 371**
2-5	23,8	17,8	8,2	25,7	12,2	4,6	7,8	**27 358**
6-10	23,9	17,6	8,0	20,4	12,6	7,3	10,3	**6 031**
11+	25,0	19,1	8,2	16,2	12,4	8,6	10,5	**1 105**
Total	**15 278**	**11 228**	**5 091**	**13 177**	**6 066**	**2 500**	**3 525**	**56 865**

Le moment et la répartition spatiale des récupérations d'étiquettes sur des morues charbonnières dans les eaux des États-Unis ont amené Kimura *et al.* (1998) à conclure qu'il existe des populations du nord et du sud au sein de l'aire de répartition nord-américaine. L'observation des poissons étiquetés et remis à l'eau en Alaska et dans le nord de la Colombie-Britannique a révélé l'existence d'un phénomène de migration réciproque entre les zones de leur remise à l'eau et toutes les autres zones d'Alaska et du nord de la Colombie-Britannique, comme le montre la Figure 3. Par contre ces poissons ont plus rarement été retrouvés dans les zones situées plus au sud. À titre d'exemple, il a été estimé que 3,5 % des poissons remis à l'eau en Alaska migraient en direction du sud, vers la côte ouest, tandis que 4,4 % des poissons remis à l'eau sur la côte ouest migraient vers les eaux de l'Alaska. Les poissons étiquetés ont rarement été récupérés aussi loin au sud qu'en Californie. Dans le sud, les poissons étiquetés et remis à l'eau au large de Washington, de l'Oregon et de la Californie étaient généralement tous récupérés dans la zone de leur remise à l'eau (Kimura et al. 1998). Des morues charbonnières étiquetées et remises à l'eau de l'Alaska à la Californie ont également été récupérées sur les monts sous-marins (Kimura *et al.* 1998, Shaw et Parks 1997), ce qui prouve que la morue charbonnière migre des régions côtières aux monts sous-marins, en traversant la plaine abyssale.

Remise à l'eau de poissons étiquetés sur les monts sous-marins, et récupération des étiquettes

Au cours du mois de février 1987, des morues charbonnières capturées au moyen d'un chalut de fond ont été étiquetées et remises à l'eau à proximité des monts sous-marins Bowie et Union (Murie *et al.* 1995). À l'exception d'une nouvelle activité qui a lieu sur le mont sous-marin Bowie depuis le mois d'avril 2013, les remises à l'eau de ces deux groupes de poissons constituent les seules activités de marquage enregistrées sur les monts sous-marins des eaux de la Colombie-Britannique. Au moment du marquage, les poissons concernés avaient une longueur à la fourche allant de 310 à 890 mm. Ces poissons ont été récupérés à proximité du mont sous-marin où ils avaient été remis à l'eau, ainsi que le long des côtes de la Colombie-Britannique et de l'Alaska (Table 2), ce qui prouve que la morue charbonnière se déplace également des monts sous-marins du Canada vers les régions côtières. Des déplacements similaires ont été observés chez des poissons étiquetés remis à l'eau à proximité des monts sous-marins du golfe d'Alaska (Maloney 2004). Par exemple, sur les 3 337 morues charbonnières remises à l'eau sur 8 monts sous-marins entre 1999 et 2002, 42 poissons ont été récupérés à proximité du mont sous-marin sur lequel ils avaient été remis à l'eau, aucun poisson n'a été récupéré à proximité d'un mont sous-marin autre que celui correspondant au lieu de sa remise à l'eau, et 17 poissons ont été récupérés sur le talus continental. Par ailleurs, en 1979, dans le cadre d'une remise à l'eau de moindre envergure, sur les 99 morues charbonnières étiquetées et remises à l'eau sur 5 monts sous-marins du golfe de l'Alaska, 5 poissons ont été récupérés à proximité du mont sous-marin où ils avaient été remis à l'eau, et aucun poisson n'a été récupéré ailleurs.

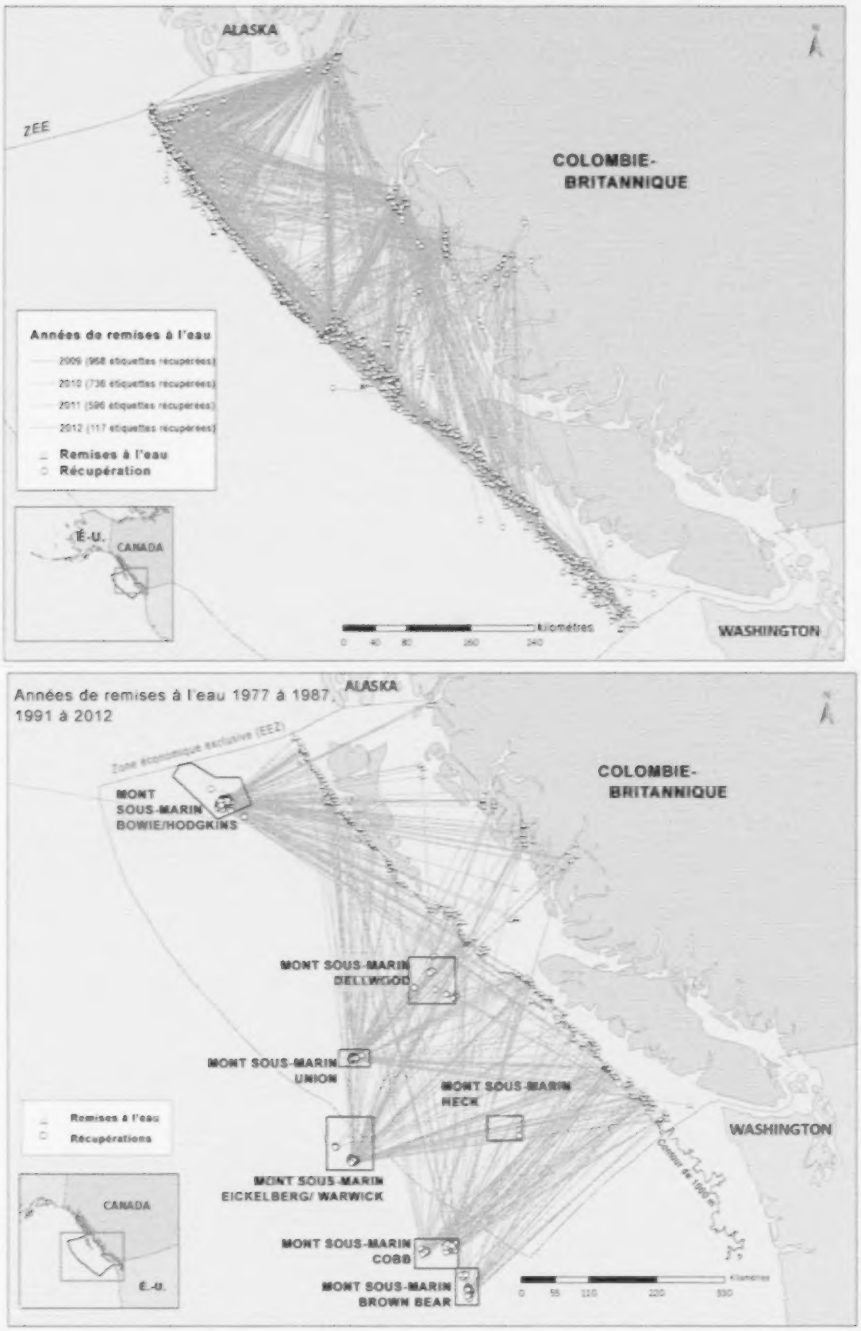

Figure 2. Récupérations, dans les eaux de la Colombie-Britannique, de morues charbonnières étiquetées et remises à l'eau en Colombie-Britannique. Les lieux de récupération (cercles) des morues charbonnières remises à l'eau entre 2009 et 2012 (triangles) sont représentés sur la carte du haut. Les récupérations (cercles), à proximité de monts sous-marins, de morues charbonnières étiquetées et remises à l'eau en Colombie-Britannique (triangles) entre 1977 et 1987 et entre 1991 et 2012 sont représentés sur la carte du bas. Ces données ont été tirées de la base de données FishTag, tenue à jour par la région du Pacifique du MPO.

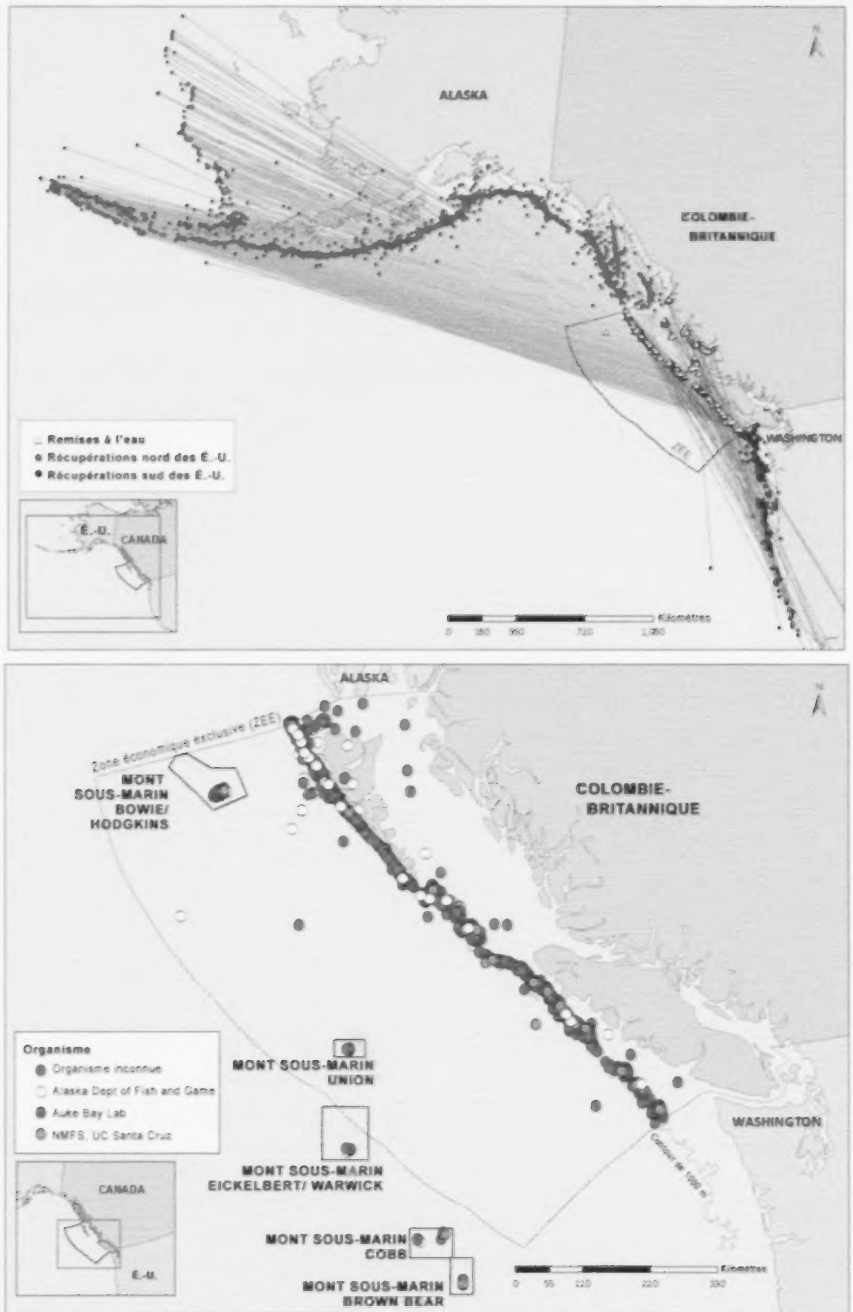

Figure 3. Lieux de récupération (cercles), dans les eaux des États-Unis, des morues charbonnières étiquetées et remises à l'eau (triangles) en Colombie-Britannique entre 1991 et 2012 (carte du haut). La carte du bas montre tous les lieux de récupération, en Colombie-Britannique (sur les monts sous-marins et dans les régions côtières), de morues charbonnières étiquetées dans les eaux des États-Unis par un organisme responsable de la remise à l'eau. Les sites de remise à l'eau des poissons étiquetés par des organismes américains ne sont pas connus. Ces données ont été tirées de la base de données FishTag, tenue à jour par la région du Pacifique du MPO.

Tableau 2. Récupérations d'étiquettes, par zone et par année, des poissons étiquetés libérés en 1987 sur les monts sous-marins Bowie et Union. Les années durant lesquelles aucune étiquette n'a été récupérée ne sont pas mentionnées, et aucune étiquette n'a été récupérée depuis 2007.

Site de remise à l'eau	Zone de récupération	Année de récupération															
		87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	00	01	05	07	Total
Mont sous-marin Union	Mont sous-marin Bowie	5	10	2			1										18
(*n* = 299)	Côte Nord			2	2	2											6
	Alaska		1	1	1						1	1					5
	Navire étranger														1	1	2
	Inconnue					1				2	1						4
	Total	**5**	**11**	**5**	**3**	**3**	**1**	**0**	**0**	**2**	**2**	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**	**35**
Mont sous-marin Union	Mont sous-marin Union			6		1	1	1									9
(*n* = 317)	Côte sud	1	6	4	2									1			14
	Détroit de la Reine-Charlotte												1				1
	Navire étranger					1											1
	Inconnue		1					1	1	1							4
	Total	**1**	**7**	**10**	**2**	**2**	**1**	**2**	**1**	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**29**

En 1994, plus de 150 morues charbonnières provenant des eaux côtières de l'Alaska et des eaux du talus continental avaient été récupérées à proximité des monts sous-marins situés au large des côtes de la Colombie-Britannique et de l'État de Washington, mais seuls 7 individus avaient été récupérés à proximité des monts sous-marins du golfe d'Alaska (Maloney 2004). Cette différence a été attribuée au fait qu'un effort de pêche relativement plus important a été déployé sur les monts sous-marins situés dans les eaux de la Colombie-Britannique et de l'État de Washington.

Sur les 130 morues charbonnières étiquetées provenant des eaux côtières de l'Alaska et récupérées à proximité du mont sous-marin Bowie, près de 50 %, 22 % et 10 % avaient été remises à l'eau à l'est, au centre et à l'ouest du golfe d'Alaska (respectivement), 8 % avaient été remises à l'eau au large des Îles Aléoutiennes, et 11,5 % avaient été remises à l'eau dans la mer de Béring. Ces études de marquage indiquent clairement que la morue charbonnière se déplace relativement librement le long de la côte ouest de l'Amérique du Nord, ainsi qu'entre les régions côtières et les monts sous-marins éloignés (Alton 1986; Shaw et Parks 1997, Table 1, Table 2, Figure 2, Figure 3). Toutefois, plusieurs incertitudes importantes demeurent quant à la dynamique des déplacements.

La productivité des populations de morue charbonnière vivant à proximité des monts sous-marins est très incertaine, mais est probablement faible. Bien que des morues charbonnières aient été observées en période de frai à proximité de monts sous-marins, elles ne montrent pas suffisamment de signes de reproduction et de recrutement réels. Par exemple, sur 440 morues charbonnières provenant d'échantillons prélevés sur les monts sous-marins du golfe d'Alaska, seules 7 étaient âgées de moins de 6 ans et aucune n'était âgée de moins de 4 ans. Maloney (2004) en a conclu que la population de morue charbonnière vivant à proximité des monts sous-marins du nord-est de l'océan Pacifique est probablement renforcée par l'immigration de poissons matures ou adultes issus des populations côtières. Maloney (2004) a

avancé que la morue charbonnière d'Alaska utilisait peut-être le courant du Pacifique Nord, qui coule vers l'est au large des Îles Aléoutiennes et à l'ouest du golfe de l'Alaska, pour se déplacer, jusqu'à ce qu'elle atteigne un mont sous-marin. Par ailleurs, il se pourrait que les poissons utilisent le courant d'Alaska, qui coule vers le nord, pour retourner vers les eaux côtières depuis les monts sous-marins.

Bien qu'il semble évident que les populations de morue charbonnière vivant à proximité des monts sous-marins se mélangent facilement aux stocks côtiers, le taux absolu de permutation entre les régions côtières et les monts sous-marins, ainsi que le taux de permutation entre les monts sous-marins, sont inconnus, car les remises à l'eau sur les monts sous-marins n'ont concerné qu'un petit nombre de poissons et ont été effectuées de manière incohérente au fil du temps. Ces mêmes raisons expliquent l'insuffisance de nos connaissances au sujet du temps de résidence de la morue charbonnière dans les monts sous-marins et de ses associations d'habitats lorsqu'elle réside dans ces lieux.

La pose d'étiquettes sur des poissons adultes frayant pourrait accroître la possibilité que les données recueillies dans le cadre des activités de remise à l'eau de poissons étiquetés et de récupération des étiquettes permettent de prouver l'existence d'une structure de population. En Colombie-Britannique, les étiquettes sont généralement posées aux mois d'octobre et de novembre, dans le cadre du relevé de recherche annuel (Wyeth *et al.* 2007), alors que le frai se produit vraisemblablement à la fin de l'hiver et au début du printemps, selon la latitude. À titre d'exemple, si la morue charbonnière avait tendance à se montrer fidèle à ses frayères et si les données présentées à la Figure 2 et à la Figure 3 concernaient uniquement les activités de remise à l'eau et de récupération au cours des périodes de frai, alors les distances séparant les lieux de remise à l'eau des lieux de récupération pourraient paraître plus courtes, quelle que soit la distance réelle parcourue. Figure 4 présente la récupération des données de marquage entre février et avril uniquement; les modèles de trajectoires sont semblables à ceux mis en évidence par les données non limitées. Seules les données du mois d'avril seraient pertinentes dans le cadre de l'étude de la population des monts sous-marins, car les pêches sur les monts sous-marins sont fermées d'octobre à mars. Au mois d'avril, aucun des poissons remis à l'eau en 1987 à proximité des monts sous-marins Bowie et Union n'a été récupéré (Table 2).

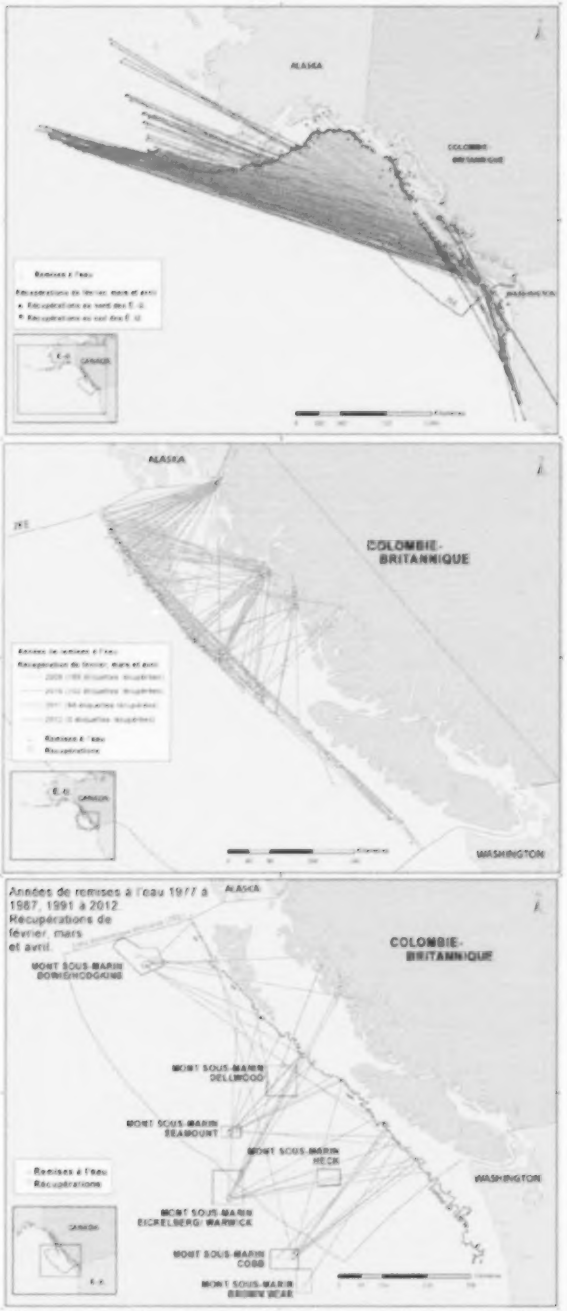

Figure 4. Morues charbonnières étiquetées dans les eaux de la Colombie-Britannique et récupérées, entre février et avril, dans les eaux des États-Unis (carte du haut) et dans les eaux de la Colombie-Britannique (cartes du milieu et du bas). Les lieux de récupération sont représentés par des cercles, et les sites de remise à l'eau en Colombie-Britannique sont représentés par des triangles. Les récupérations de morues charbonnières dans les eaux des États-Unis et dans les eaux côtières de la Colombie-Britannique ont eu lieu entre 1991 et 2012. Les récupérations à proximité des monts sous-marins (carte du bas) ont eu lieu au cours des périodes de 1977 à 1987 et de 1991 à 2012. Ces données ont été tirées de la base de données FishTag, tenue à jour par la région du Pacifique du MPO.

Microchimie des otolithes

Une étude sur la morue charbonnière a révélé l'existence de différences dans la microchimie des otolithes de juvéniles provenant d'échantillons prélevés dans trois régions le long des côtes de l'État de Washington et de l'Oregon, ce qui semblait indiquer que ces poissons se nourrissaient à différents niveaux trophiques (Gao et al. 2004). Les auteurs de cette étude en ont conclu que la morue charbonnière présentait des signes d'une certaine structuration de la population, et ne constituait donc pas une seule population biologique. Nous estimons pourtant que cette étude est peu concluante, car elle n'a pas permis de déterminer si les différences observées étaient restées stables au fil du temps ou si elles reflétaient simplement les différences qui existent entre les régimes alimentaires de morues charbonnières juvéniles ayant grandi dans des régions différentes. L'existence de différences dans la microchimie des otolithes peut simplement indiquer qu'en matière d'utilisation de l'habitat il existe des différences entre les individus. Par ailleurs, ces observations de la microchimie n'ont pas permis de repérer le déplacement d'adultes vers de nouvelles frayères, qui a pour effet d'homogénéiser la constitution génétique de l'ensemble de la population. Quoi qu'il en soit, à ce jour, aucune différence génétique n'a été observée entre les populations de morue charbonnière vivant dans les eaux de l'État de Washington et celles vivant dans les eaux de l'Oregon.

Stucture génétique

Dans le cadre de deux des premières études portant sur la structure génétique de la morue charbonnière, des alloenzymes étaient utilisés pour différencier les groupes (Tsuyuki and Roberts 1969; Gharrett et al. 1982). Dans le cadre de leur étude, Tsuyuki et Roberts (1969) ont prélevé des échantillons dans 25 sites répartis de l'Alaska à l'Oregon, notamment en Colombie-Britannique (11 sites), dans l'entrée Dixon, à proximité de l'île Graham, autour de l'archipel de Haida Gwaii (4 sites), à proximité de l'île Goose, dans le détroit de Smith, et le long de la côte ouest de l'île de Vancouver. L'étude de quatre alloenzymes n'a révélé aucune différence entre les fréquences géniques des populations de ces endroits. Le manque de preuves de l'existence d'une structure de population a été attribué aux migrations sur de grandes distances observées dans le cadre d'études de marquage (Tsuyuki et Roberts 1969).

En revanche, Gharret *et al.* (1982), qui ont utilisé 13 alloenzymes, ont observé une plus grande hétérogénéité génétique dans la fréquence des allèles entre des populations vivant dans des endroits distincts qu'entre individus vivant au même endroit. Des échantillons ont été prélevés de la Californie jusqu'à l'extrémité des Aléoutiennes, y compris dans les populations de poissons vivant dans à proximité de cinq monts sous-marins du golfe d'Alaska, qui ont été réunies en un seul groupe. Le degré d'hétérogénéité était plus élevé dans les échantillons prélevés au centre de l'aire de répartition de l'espèce, ce qui semble indiquer qu'il existe une certaine structuration de la population à grande échelle, mais avec un plus fort degré de mélange des populations au centre de l'aire de répartition. Le fait que la fréquence des allèles soit similaire d'un lieu d'échantillonnage à un autre indiquait que l'importance de la taille des populations ou le phénomène de migration avaient eu pour effet d'atténuer les différences entre les groupes (Gharrett et al. 1982). Aucun lieu n'a été désigné comme représentant une limite entre des populations présumées.

Enfin, une récente étude portant sur la structure de la population de morue charbonnière, dans le cadre de laquelle quatre loci microsatellitaires et un locus mitochondrial ont été utilisés, a permis de détecter une faible structure génétique entre des populations du nord, échantillonnées dans la mer Bering Sea et dans le golfe d'Alaska, et une population du sud, échantillonnée près de San Quintin, au Mexique (Tripp-Valdez et al. 2012). L'indice de fixation, F_{ST}, est une mesure du taux d'élevage en consanguinité au sein d'un groupe ou d'une population, par comparaison avec celui d'autres groupes ou d'autres populations. L'élevage en

consanguinité étant lié à la taille de la population, on observe chez les poissons marins, qui forment généralement de grandes populations (c.-à-d. constituées de millions d'individus), de faibles valeurs de F_{ST} (p. ex., F_{ST} = 0.02, Ward *et al.* 1994). Malgré ces faibles valeurs, une restriction importante du flux génétique, suffisante pour entraîner une réaction démographique propre à une population, peut être détectée au moyen de la statistique F_{ST} (Hastings 1993, Hauser et Carvalho 2008). Tripp-Valdez *et al.* (2012), après avoir apporté une correction visant à limiter la présence d'allèles nuls, ont trouvé un F_{ST} de 0.0141 entre San Quintin et la mer de Béring, et de 0.0100 entre San Quintin et le golfe d'Alaska. Cependant, aucun des échantillons ne présentait de différences significatives avec l'échantillon intermédiaire prélevé dans les eaux de l'Oregon. Ces résultats semblent indiquer que la distance pourrait créer un isolement génétique, situation dans laquelle les populations géographiquement éloignées paraissent différentes, tandis que les populations géographiquement proches paraissent semblables. La notion de distance dans ce contexte dépend en partie de la distance de migration des poissons, qui est considérable chez la morue charbonnière, et du degré de connectivité entre les populations potentielles. Bien que Tripp-Valdez *et al.* (2012) démontrent que, compte tenu de la fréquence des allèles des marqueurs utilisés dans le cadre de leur étude, il est plus probable qu'il existe deux populations – plutôt qu'une, trois ou plus – de morue charbonnière, l'efficacité statistique n'était pas suffisante pour différencier les poissons au sein de populations ou de limites géographiques approximatives. Les analyses de l'ADN mitochondrial n'ont pas permis, elles non plus, de révéler l'existence de différences entre les populations, car il y avait une grande diversité de génotypes au locus, due à une divergence de séquence relativement faible. La différence observée entre les génotypes résulte de la modification d'une ou deux paires de bases, indiquant une expansion rapide de la taille de la population (Tripp-Valdez et al. 2012). Malheureusement, de tels changements ne donnent que peu d'indications sur la structure de la population. Tripp-Valdez *et al.* (2012) ont conclu que les morues charbonnières de la mer de Béring, du golfe d'Alaska et de l'Oregon formaient une seule et même population biologique. La morue charbonnière vivant au large de la côte du Canada évolue dans cette aire de répartition géographique, et serait par conséquent considérée comme faisant partie de cette population.

Toutefois, il convient de noter qu'aucune de ces études n'a porté sur des échantillons de groupes reproducteurs, et qu'il est possible que les marqueurs moléculaires utilisés, de par leur nombre et leur type, n'aient pas eu l'efficacité statistique requise pour permettre de déceler une légère structure génétique. Par conséquent, à l'occasion d'études plus approfondies de la structure génétique de la population de morue charbonnière, il faudrait s'efforcer de prélever des échantillons en période de frai et d'inclure dans l'étude des poissons adultes plutôt que des juvéniles, afin de réduire au minimum les risques de parti pris découlant de l'échantillonnage non aléatoire des familles (Waples 1998; Gao *et al.* 2004).

Données morphométriques

Les différences morphométriques entre les échantillons de morue charbonnière prélevés en Alaska, en Oregon et au Mexique sont statistiquement importantes, bien qu'il s'agisse de différences de faible ampleur n'ayant probablement pas d'importance sur le plan biologique (Tripp-Valdez et al. 2012). Par ailleurs, les profils de croissance de la morue charbonnière semblent varier au sein d'une région, en fonction de l'emplacement spatial et de la profondeur, ce qui est probablement dû au fait que la morue charbonnière a tendance à migrer vers des zones plus profondes à mesure qu'elle vieillit, comportement qui est peut-être lui-même lié à la taille. Ainsi, les gros poissons d'un certain âge sont plus susceptibles d'être matures et de vivre dans des zones plus profondes que les petits poissons du même âge (Saunders *et al.* 1997, Sigler *et al.* 1997).

Assemblages de parasites

L'étude d'échantillons de morue charbonnière prélevés en 1985 a révélé des différences dans la prévalence de la faune parasitaire (trématodes) chez les poissons capturés à proximité des monts sous-marins Cobb et Union (Kabata *et al.* 1988), par comparaison avec des poissons capturés à des endroits situés sur le talus continental, en Colombie-Britannique, entre 1983 et 1985. Kabata *et al.* (1988) en ont conclu que la morue charbonnière des monts sous-marins et la morue charbonnière vivant le long des côtes représentaient des stocks distincts, mais des différences dans la prévalence des parasites chez des poissons prélevés dans différents lieux d'échantillonnage le long de la côte ont également été décrites. La prévalence des parasites était très faible chez les morues charbonnières de moins de trois ans, ce qui rejoint des conclusions antérieures selon lesquelles la morue charbonnière est parasitée par des trématodes à partir de la fin de sa deuxième année de vie (Kabata et Whitaker 1984).

D'autres échantillons ont été prélevés en 1987 à proximité des monts sous-marins de Dellwood et du mont sous-marin Bowie, et en 1988 à proximité des monts sous-marins Bowie et Union (Whitaker et McFarlane 1997). Des différences dans la prévalence de certains parasites trématodes ont été observées entre les poissons provenant de différents monts sous-marins, cependant, seuls les échantillons prélevés en 1988 à proximité des monts sous-marins Bowie et Union ont été prélevés au cours du même mois de l'année. Une variation saisonnière de la prévalence de certains trématodes chez la morue charbonnière a été observée (Whitaker et McFarlane 1997). Whitaker et McFarlane (1997), en se fondant sur leur analyse de la prévalence des parasites, ont conclu que les monts sous-marins abritaient chacun des stocks distincts. Ils ont toutefois également conclu que l'immigration des poissons âgés d'au moins trois ans représentait une importante source de recrutement pour les populations des monts sous-marins.

Malheureusement, il n'a pas été possible de confirmer que les différences observées dans la prévalence des parasites ont persisté au fil du temps. Par exemple, les échantillons de poissons prélevés à proximité du mont sous-marin Union en 1984 étaient infectés par les parasites *Fellodistomum breve*, *Lecithochirium exodicum*, et *Derogenes varicus* (Kataba *et al.* 1988), tandis que les échantillons de poissons prélevés en 1988 à proximité du mont sous-marin Union étaient infectés par les trématodes *F. breve* et *L. exodicum*, mais également par les parasites *Podocotyle atomon*, *Genolinea laticauda*, et *G. japonica* (Whitaker et McFarlance 1997). Par conséquent, les différences dans la prévalence pourraient venir du fait que les morues charbonnières des monts sous-marins et les morues charbonnières côtières sont exposées, de par leur régime alimentaire, à des espèces de parasites qui diffèrent non seulement en fonction des lieux, mais également en fonction des périodes. Au vu des résultats tirés des données relatives à la remise à l'eau de poissons étiquetés et à la récupération des étiquettes, qui mettent en évidence l'immigration de morues charbonnières venues de tout le nord-est de l'océan Pacifique pour s'installer à proximité des monts sous-marins (Shaw et Parks 1997, Kimura *et al.* 1988, Figure 2, Figure 3) il est possible que des différences transitoires apparaissent au sein des populations des monts sous-marins, en fonction du mélange relatif de poissons infectés par des parasites et provenant de différentes zones côtières.

Considérations liées à la gestion

La morue charbonnière vivant dans les eaux côtières de la Colombie-Britannique est essentiellement gérée au moyen de TAC annuels, dont la mise en application passe par un régime de quotas individuels transférables et par un système complet de surveillance des pêches. Un programme annuel de relevés indépendants de la pêche produit des données d'indexation relatives aux caractéristiques biologiques et à l'abondance, aux fins de la modélisation de l'évaluation quantitative des stocks concernés par la dynamique des

populations de morue charbonnière côtière (Wyeth *et al.*, 2007). Ces renseignements sont au cœur de la procédure de gestion de la morue charbonnière côtière, procédure qui est mise au point de manière à ce qu'elle permette d'atteindre les objectifs précis établis en matière de stocks et de pêche (Cox *et al.* 2011, MPO 2013). Cette approche n'a pas été adoptée à l'égard de la morue charbonnière des monts sous-marins, compte tenu de l'évolution distincte de cette pêche et du manque de recherches axées sur les méthodes d'évaluation et les procédures de gestion des pêches sur les monts sous-marins. Les principales difficultés associées à la mise au point de ces évaluations sont liées aux données : (1) concernant les populations des monts sous-marins, on ne dispose pas d'indices de l'abondance indépendants des pêches, et (2) compte tenu de sa faible intensité, l'échantillonnage effectué dans le cadre des pêches commerciales pourrait ne pas suffire à dégager des tendances à long terme fiables en matière d'abondance pour la plupart des populations des monts sous-marins. Néanmoins, les pêches sur les monts sous-marins sont actuellement encadrées par plusieurs mesures de gestion préventive, telles que des limites mensuelles par navire, des restrictions concernant l'entrée des navires, des périodes de fermeture et une limite de taille. Par ailleurs, afin de réduire au minimum les captures de poissons n'ayant pas atteint la taille réglementaire, tous les casiers pêchés à proximité des monts sous-marins doivent être munis de deux anneaux de sortie. En outre, il existe pour toutes les espèces des estimations indépendantes crédibles des prises de poissons, estimations réalisées par des observateurs et au moyen de systèmes de surveillance électronique (caméras installées en mer). Des données de grande qualité sur les débarquements, obtenues dans le cadre d'un système de validation à quai complète, sont également disponibles. Par conséquent, les recherches portant sur des méthodes précises d'évaluation et de gestion des pêches durables sur les monts sous-marins pourraient s'appuyer sur des données de grande qualité en ce qui concerne les prises, mais pourraient se heurter à des difficultés en ce qui concerne les indices de l'abondance.

Deux raisons convaincantes justifient que les données relatives à l'abondance et aux prises de morue charbonnière des monts sous-marins ne soient pas prises en compte dans le cadre de l'évaluation et de la gestion des pêches côtières, aux fins de fixation d'un seul TAC de morue charbonnière. D'une part, il existe une grande disparité d'échelle en ce qui concerne le contrôle des prises; or, une disparité d'échelle entre les systèmes de contrôle des prises risque d'affaiblir la capacité du personnel de gestion à repérer les états indésirables des populations de poissons et les réactions de ces populations de poissons aux mesures de gestion. D'autre part, en matière d'habitat et de biodiversité, les objectifs fixés pour les monts sous-marins sont différents des objectifs définis pour les régions côtières; en effet, contrairement aux monts sous-marins, les régions côtières sont associées à une série d'objectifs complexes liés à la poursuite à grande échelle de la pêche aux poissons de fond.

La morue charbonnière vivant le long des côtes du Canada et des États-Unis est gérée à une très grande échelle spatiale, dont l'étendue correspond à la taille des régions concernées. Dans le cadre des systèmes de gestion de chaque pays, des contrôles rétroactifs négatifs sont mis en œuvre, associant les estimations de l'état des stocks à des règles de décision relatives à l'ajustement des prises. Ainsi, les TAC sont ajustés rapidement de manière raisonnable en fonction des évolutions estimées de l'état des stocks. Les activités de pêche concernant les populations des monts sous-marins ont lieu à des échelles bien plus petites que dans les régions côtières – à l'échelle d'un seul mont sous-marin par exemple. Le fait d'inclure les populations des monts sous-marins dans la région côtière plus étendue pourrait donner naissance à un système de gestion dans le cadre duquel des modifications seraient apportées à la gestion des prises sur les monts sous-marins, et ce, en l'absence de toute rétroaction sur l'état des populations de ces régions.

La propagation des erreurs d'évaluation concernant les stocks côtiers aurait par ailleurs des conséquences plus graves à l'échelle de chaque mont sous-marin. À titre d'exemple, une erreur

d'estimation de la biomasse de plusieurs milliers de tonnes est relativement sans conséquence pour la population côtière, mais pourrait entraîner une importante modification des taux d'exploitation de la morue charbonnière des monts sous-marins. Il y a de fortes raisons de croire qu'il existe un phénomène de permutation entre les populations de morue charbonnière côtière et celles des monts sous-marins, mais il n'est pas certain que cette permutation permette de maintenir les fluctuations de populations en phase les unes avec les autres. Si les populations ne sont pas en phase, alors une importante ampleur absolue des erreurs liées aux prises, associée à une biomasse côtière plus importante, pourrait entraîner des augmentations disproportionnées des taux d'exploitation de la morue charbonnière des monts sous-marins, même dans les cas où la biomasse de la population de morue charbonnière des monts sous-marins est faible ou en déclin. Ce n'est que dans les rares cas où les fluctuations de populations sont parfaitement en phase que les erreurs d'estimation de la biomasse n'ont pas de conséquences sur l'exploitation de la morue charbonnière des monts sous-marins.

Le choix de gérer comme une seule population les morues charbonnières de Colombie-Britannique vivant le long des côtes et celles vivant à proximité des monts sous-marins signifie également que le compromis entre les objectifs de conservation et les objectifs de rendement est le même pour les populations côtières que pour les populations des monts sous-marins. Or, ce n'est probablement pas le cas étant donné que les habitats des monts sous-marins sont assujettis à des considérations stratégiques non liées à la pêche de la morue charbonnière. Par exemple, l'article 3 du Règlement sur la ZPM SK-B stipule qu'il est interdit de mener toute activité susceptible de perturber, d'endommager, de détruire ou d'enlever un organisme marin vivant ou toute partie de son habitat. Cependant, le paragraphe 4*a*, du Règlement précise que la pêche commerciale pratiquée conformément à la Loi sur les pêches et à ses règlements constitue une exception à l'article 3. L'article 3 du Règlement sur la ZPM SK-B ne s'applique pas à la pêche côtière et offre forcément des possibilités de compromis – entre les résultats concernant l'habitat et les résultats concernant les pêches – différentes des solutions souhaitées pour la pêche côtière. Cette désignation spéciale de l'habitat des monts sous-marins (ou le respect des accords internationaux sur la gestion de l'habitat des monts sous-marins) signifie que les considérations relatives à l'écosystème des monts sous-marins sont différentes des considérations liées à la zone de gestion de la pêche côtière. Sur le plan socioéconomique, la pêche de la morue charbonnière dans les eaux côtières est soumise aux contraintes imposées par la pêche intégrée du poisson de fond, une pêche plus complexe, plurispécifique et à engins multiples, or ces contraintes ne concernent pas les pêches sur les monts sous-marins du Canada.

Procédures de gestion de remplacement

Voici quelques exemples d'autres solutions envisageables en matière de procédures de gestion de la pêche de la morue charbonnière : (1) une gestion axée sur le statu quo; (2) une évaluation de la zone côtière, associée à une répartition proportionnelle des prises sur les monts sous-marins; (3) une évaluation propre aux monts sous-marins, et une gestion des prises au moyen d'une approche hiérarchique. Ici, il est important de noter que pour réaliser une évaluation détaillée des autres approches en matière de gestion des pêches sur les monts sous-marins, il est nécessaire de connaître l'ensemble des contraintes (p. ex. les objectifs liés à l'habitat ou à la biodiversité) applicables aux pêches sur les monts sous-marins. Parallèlement à la nécessité de formuler toute une série d'objectifs, il est également nécessaire d'utiliser de nouvelles méthodes d'analyse pour évaluer les solutions 2 et 3, et ces deux solutions supposent un contrôle de gestion accru par rapport au système actuel. Un bref résumé de chaque solution de remplacement est présenté ci-dessous; cependant, les résultats d'une évaluation quantitative et d'une évaluation des politiques peuvent laisser penser qu'il convient d'adopter une combinaison des tactiques décrites ou des solutions de remplacement.

1. **Gestion axée sur le statu quo**. Le maintien de la méthode de gestion de la population de morue charbonnière vivant à proximité des monts sous-marins en Colombie-Britannique aboutirait à une situation dans laquelle la population côtière ferait l'objet d'un contrôle rétroactif négatif exercé au moyen d'objectifs prédéterminés, de points de référence et de règles de décision, tandis que la gestion de la population des monts sous-marins reposerait sur les contrôles existants des intrants et des extrants, et qu'aucun consensus ne serait atteint concernant les objectifs relatifs aux populations, à la pêche, à l'habitat des monts sous-marins ou aux autres espèces. Bien que nous n'ayons pas clairement évalué les pêches sur les monts sous-marins, l'hypothèse actuelle est que le contrôle rétroactif négatif concernant les populations des monts sous-marins pourrait passer par une inversion de la relation qui existe entre la rentabilité et les efforts de pêche, comme le montre la comparaison entre le nombre et la durée des voyages, d'une part, et l'accès limité et les limites mensuelles par navire, d'autre part. Autrement dit, on s'attendrait à ce que le secteur des pêches réagisse aux contrôles des intrants et des extrants, aux faibles taux de prise et aux marges bénéficiaires insuffisantes par une réduction ou un contingentement des prises. Cependant, dans le cadre de cette approche, il n'existe pas de contrôle rétroactif local direct à l'échelle de chaque mont sous-marin, étant donné que (1) les monts sous-marins des zones nord et sud sont regroupés en deux zones, aux fins de gestion; (2) il n'existe pas de données indépendantes des pêches sur l'abondance des populations; et (3) concernant bon nombre de monts sous-marins, il n'existe pas suffisamment de données sur l'abondance à long terme, fiables et fondées sur la pêche.
2. **Évaluation de la zone côtière, associée à une répartition proportionnelle des prises**. La population de morue charbonnière de Colombie-Britannique pourrait être évaluée comme une zone de gestion, dans laquelle le TAC serait réparti entre les populations côtières et les populations des monts sous-marins. Le TAC sur les monts sous-marins pourrait être défini proportionnellement au total récent des prises effectuées à proximité des monts sous-marins par comparaison au total des prises effectuées en région côtière, puis réparti entre les monts sous-marins proportionnellement au nombre de prises effectuées à proximité de chaque mont sous-marin. Si cette solution était retenue, les points de référence, les évaluations et les règles de décision s'appliqueraient à la population de morue charbonnière de Colombie-Britannique, et non à celle de chaque mont sous-marin. Sous réserve que les autres objectifs puissent être atteints, des points de contrôle opérationnels visant à limiter la pêche sur chaque mont sous-marin pourraient être choisis, en tenant compte de la série chronologique existante des données des journaux de bord des pêches commerciales (à l'issue de la recherche sur l'évaluation relative aux monts sous-marins mentionnée ci-dessus), uniquement pour les quelques monts sous-marins à proximité desquels la pêche a déjà été pratiquée relativement régulièrement. L'établissement de points de contrôle des limites établies en fonction de l'historique de pêche permettrait de réduire les activités de pêche lorsque les taux de prise sont bas, et permettrait à la population de poissons d'atteindre une densité plus élevée avant la reprise de la pêche commerciale. Il sera nécessaire d'élaborer des règles de décision afin (1) de relancer la pêche après le dépassement d'une limite ou simplement après une période d'inoccupation d'un mont sous-marin donné; et (2) de réduire les activités de pêche afin respecter les contraintes imposées par des considérations liées à l'habitat, à l'interception des espèces non ciblées, ou à d'autres aspects. L'augmentation de la densité de la population de morue charbonnière pourrait entraîner une augmentation des taux de prise et de la rentabilité et, par la suite, réduire le nombre de contacts nécessaires entre les engins et l'habitat benthique pour atteindre un nombre donné de prises. Cependant, dans le cadre de ce modèle, le TAC global sur les monts sous-marins est défini uniquement en fonction des renseignements sur

l'abondance tirés de l'observation de la population côtière, et l'on ne dispose pas de données indépendantes des pêches sur l'abondance de la population des monts sous-marins, données qui permettraient d'exercer un contrôle rétroactif direct. Par conséquent, cette solution ne permet pas d'éliminer la disparité d'échelle entre les systèmes de contrôle des prises.

3. **Évaluation propre aux monts sous-marins, et gestion des prises au moyen d'une approche hiérarchique**. Le développement de la solution (2) en vue d'y intégrer un contrôle rétroactif propre aux monts sous-marins pourrait passer par l'adoption d'une approche hiérarchique, dans le cadre de laquelle des évaluations propres aux monts sous-marins, portant sur le stock actuel et sur les flux nets de biomasse (immigration – émigration), seraient réalisées. Une approche d'évaluation hiérarchique donnerait lieu au partage de certains renseignements (p. ex., taux d'immigration par hectare, taux d'émigration, capturabilité des pêches) entre les évaluations relatives aux monts sous-marins, et améliorerait par conséquent la précision et la stabilité des quantités prises en compte dans le cadre des principales évaluations. Ce type d'évaluation n'est peut-être pas parfait, par comparaison aux analyses types relatives aux régions côtières, mais le fait d'étudier les prises conjointement avec la biomasse et les tendances locales pourrait permettre de remédier à la disparité d'échelle entre les systèmes de contrôle présentée par la solution (2).

Conclusions

Stucture de la population

La plupart des preuves empiriques donnent à penser que les morues charbonnières se déplacent et permutent suffisamment pour que l'on considère qu'elles forment une seule population biologique évoluant dans toute son aire de répartition connue, dans le nord-est de l'océan Pacifique (Table 3). La grande mobilité de la morue charbonnière à presque tous les stades de son cycle biologique, ainsi que résultats des études portant sur la remise à l'eau de poissons étiquetés et la récupération des étiquettes, semblent indiquer qu'il y a peu d'obstacles à la permutation spatiale. Par ailleurs, l'analyse génétique n'a permis de découvrir que relativement peu d'éléments venant étayer l'hypothèse d'une différenciation génétique à de très grandes échelles spatiales (p. ex., entre la Basse-Californie et les îles Aléoutiennes; Table 3). Après compilation de données relatives à la latitude et à la bathymétrie, il s'avère que la morue charbonnière est le poisson de fond commercial le plus largement répandu dans le Pacifique Nord (Moser *et al.* 1994). Il est possible de trouver au moins un stade ontogénétique de cette espèce dans presque chaque habitat : des larves présentes dans la couche neustonique (la couche de surface supérieure principale de l'océan, à moins d'un mètre de profondeur), des juvéniles aux stades pélagique et benthique dans les fjords et les bras de mer, et des individus au stade adulte le long du plateau et du talus continentaux, jusqu'à 1 500 mètres de profondeur. Des morues charbonnières juvéniles (d'une longueur à la fourche d'environ 30 cm) ont également été capturées dans la zone pélagique, à des distances considérables de la côte (Mason *et al.* 1983, Brodeur et Pearcy 1986). Le transport océanique des larves présentes dans la couche neustonique et les déplacements dirigés, sur de longues distances, des morues charbonnières juvéniles et adultes, sont probablement des facteurs importants de leur répartition étendue, même si une certaine incertitude persiste quant aux voies de déplacement.

Permutation entre les populations côtières et les populations des monts sous-marins

L'existence d'un phénomène de permutation des populations de morue charbonnière, entre les monts sous-marins et les autres régions de l'aire de répartition de cette espèce dans le nord-est de l'océan Pacifique, est clairement démontrée. La morue charbonnière vivant dans le golfe d'Alaska utilise peut-être le courant du Pacifique Nord pour se déplacer depuis les eaux côtières du golfe d'Alaska vers les monts sous-marins, mais il est possible qu'elle atteigne d'autres monts sous-marins (p. ex., le mont sous-marin Bowie) directement à la nage, à partir de la côte. Les taux relatifs de permutation entre les populations côtières et les populations des monts sous-marins, ainsi qu'entre les populations de différents monts sous-marins, sont pour le moment inconnus.

Considérations liées à la gestion

La conclusion selon laquelle l'abondance de la population de morue charbonnière des monts sous-marins est en grande partie due à une nette permutation avec la morue charbonnière côtière compromet, du moins dans un premier temps, l'applicabilité du Cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution, qui nécessite l'établissement de points de référence et de règles de décision pour les pêches, et la prise en compte de l'incertitude dans la mise en œuvre des règles de décision. Sans l'hypothèse de stock-recrutement dans une population fermée, le niveau de l'état du stock auquel celui-ci risque de subir de graves dommages (c.-à-d. la valeur B_{LIM}) reste flou. A contrario, il est prouvé que l'immigration de source externe, en provenance des populations côtières, est suffisamment importante pour rendre très peu probable le risque de dommages irréversibles, même en période de très faible abondance de la population de morue charbonnière des monts sous-marins.

L'évaluation du rendement potentiel des autres procédures de gestion de la pêche de la morue charbonnière des monts sous-marins, décrites ici, nécessite une connaissance de l'ensemble des objectifs liés à l'habitat et à la biodiversité, ainsi que des objectifs stratégiques applicables aux pêches sur les monts sous-marins, tels que les objectifs associés aux accords internationaux sur la gestion des monts sous-marins ou sur la désignation des zones de protection marine. Pour faire un choix entre les procédures de gestion de remplacement, il convient de procéder à l'ordonnancement hiérarchique des objectifs, de façon à pouvoir trouver un compromis satisfaisant entre les résultats liés à la conservation, à l'habitat, à la biodiversité et au rendement de la pêche. Les recherches portant sur des méthodes précises d'évaluation et de gestion de la pêche sur les monts sous-marins pourraient tirer parti des données de grande qualité sur les prises, mais risquent d'être remises en question en raison du manque d'indices fiables de l'abondance. L'élaboration de méthodes qui permettraient de surmonter le problème potentiel de disparité d'échelle en ce qui concerne le contrôle peut être coûteuse, mais peut s'avérer nécessaire selon le compromis souhaité entre les résultats associés à la morue charbonnière des monts sous-marins et à son habitat.

Tableau 3. Résumé des facteurs liés à la structure des stocks de morue charbonnière.

Facteur	Résumé	Références
Début du cycle biologique	Les stades d'œuf et de larve mobile sont des stades de longue durée, suivis d'une vaste répartition en mer. Les larves sont présentes dans la couche neustonique, dans les eaux de surface relativement rapides, et les jeunes de l'année/juvéniles vivent dans les eaux côtières. On observe donc une grande mobilité au cours des premiers stades biologiques, liée à des phénomènes de transport entre la côte et le large, de déplacement le long de la côte, et de migration active des juvéniles vers les eaux côtières des bras de mer. Des données probantes indiquent qu'il existe un phénomène de mélange à grande échelle des œufs, des larves mobiles et des juvéniles, associé à un déplacement depuis les habitats hauturiers éloignés vers les habitats côtiers et les habitats situés dans les bras de mer.	Mason *et al.* (1983) McFarlane et Beamish (1983) Kendall et Matarese 1987
Marquage	La remise à l'eau de poissons étiquetés et la récupération des étiquettes dans le nord-est de l'océan Pacifique met en évidence (1) une migration **depuis la côte vers le large**, des bras de mer continentaux vers les eaux côtières extérieures; (2) un phénomène de permutation, **le long du littoral**, entre les populations de poissons des régions côtières et des zones extracôtières; (3) un déplacement des poissons **des régions côtières vers les monts sous-marins** , depuis des sites de remise à l'eau situés dans des bras de mer continentaux et dans des régions côtières vers les monts sous-marins situés au large de la côte de la Colombie-Britannique; (4) un déplacement, **à l'échelle régionale** , depuis les eaux de la Colombie-Britannique vers les eaux des États-Unis, et inversement; et (5) un déplacement **à l'échelle des bassins océaniques** , depuis les eaux de la Colombie-Britannique vers l'archipel des Aléoutiennes et la mer de Béring, et vers le sud, en direction de la Basse-Californie. Le phénomène manifeste de transport et de déplacement des individus à tous les stades, dans l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce, donne à penser qu'il existe un seul stock biologique.	Beamish et McFarlane (1988) Kimura *et al.* (1998) Maloney (2004) Shaw et Parks (1997) Figure 2, Figure 3
Génétique	Les preuves que les études des alloenzymes ont permis de trouver concernant l'existence éventuelle d'une certaine structure de population le long de la côte nord-est du Pacifique sont faibles, voire inexistantes. Les études microsatellitaires n'ont permis de trouver des preuves de l'existence d'une structure de population qu'à l'échelle des bassins océaniques, en comparant des échantillons de populations nordiques prélevés dans la mer de Béring et dans le golfe d'Alaska, et un échantillon d'une population du sud, prélevé près de San Quintin, au Mexique. Aucune preuve de l'existence d'une structure génétique de la population n'a été trouvée en Colombie-Britannique.	Tsuyuki and Roberts (1969) Gharrett et al. (1982) Tripp-Valdez *et al.* (2012)
Microchimie	Des différences ont été trouvées dans la microchimie des otolithes chez des juvéniles, différences correspondant à des changements trophiques qui se sont produits au sein de groupes vivant le long de la côte. Ces différences pourraient indiquer qu'il existe une certaine structuration de la population, mais le manque de cohérence temporelle et la confusion liée à l'existence de différences entre les aires de croissance limitent les inférences. Ces résultats ne précisent pas si les différences observées restent stables au fil du temps, ni si elles reflétaient les différences de régime alimentaire de morues charbonnières juvéniles ayant grandi dans des régions différentes. Absence de preuves concluantes de l'existence d'une structure biologique des stocks.	Gao *et al.* (2004)
Données morphométriques	Les différences entre les données morphométriques sont statistiquement importantes, mais il s'agit de différences subtiles n'ayant peut-être pas d'importance d'un point de vue biologique. L'âge d'une morue charbonnière n'est pas facile à déterminer et, au sein de populations présumées, des individus du même âge peuvent être de tailles très différentes selon la profondeur et l'emplacement spatial de leur habitat. Absence de preuves concluantes de l'existence d'une structure biologique des stocks.	Tripp-Valdez *et al.* (2012) Saunders *et al.* (1997) Sigler *et al.* (1997)
Parasites	Une faune parasitaire unique a été observée chez la morue charbonnière des monts sous-marins, mais rien ne prouve que les différences avec les populations côtières restent stables au fil du temps, ni qu'elles sont liées à la résidence des individus dans les monts sous-marins, c.-à-d. que les poissons ont été parasités lors de leur immigration. Absence de preuves concluantes de l'existence d'une structure biologique des stocks.	Kabata *et al.* (1988) Whitaker et McFarlane (1997)

Collaborateurs

Nom	Affiliation
A.R. Kronlund	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
S.P. Cox	École de gestion des ressources, Université Simon Fraser
C. Caron	Gestion des pêches du MPO, région du Pacifique
L.C. Lacko	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
E.K. McClelland	Helix Consulting
L.L. Brown	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
G.E. Gillespie	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
T.D. Beacham	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
N. Davis	Gestion des pêches du MPO, région du Pacifique
M. Hargreaves (Rédacteur)	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique

Approuvé par

L.J. Richards, Ph. D.
directeur régional, Sciences
Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Nanaimo (Colombie-Britannique)

11 juin 2013

Sources de renseignements

Le présent rapport de réponse des Sciences est le résultat du processus spécial de réponse des Sciences du 30 mai 2013, qui portait sur l'Examen de la structure de la population de morue charbonnière du Pacifique Nord-Est et de son incidence sur les pêches canadiennes sur les monts sous-marins. Toute autre publication découlant de ce processus sera affichée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada.

Alton, M.S. 1986. Fish and crab populations of Gulf of Alaska seamounts. *Mis au point par* R. N. Uchida, S. Hayasi, et G. W. Boehlert (éditeurs), Environment and resources of seamounts in the North Pacific, U.S. Dep. Commerce, NOAA Tech. Rep. NMFS 43. p. 45-51

Beamish, R.J. et McFarlane, G.A. 1988. Resident and dispersal behavior of adult sablefish (*Anoplopoma fimbria*) in the slope waters off Canada's west-coast. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 152-164.

Boehlert, G.W. et Yoklavich, M.M. 1985. Larval and juvenile growth of sablefish, *Anoplopoma fimbria*, as determined from otolith increments. Fish. Bull. 83(3): 475-481.

Brodeur, R.D. et Pearcy, W.D. 1986. Distribution and relative abundance of pelagic nonsalmonid nekton off Oregon and Washington, 1979-84. US. Dep. Commerce, NOAA Tech. Rep. NMFS 46, 85 p.

Cox, S.P., Kronlund, A.R., et Lacko, L. 2011. Procédures de gestion de la pêche à la morue charbonnière (*Anoplopoma fimbria*) à l'aide de divers engins de pêche en Colombie-Britannique (Canada). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2011/063. viii +140 p.

Pêches et Océans Canada, 2013. Région Pacifique, Plan de gestion intégrée des pêches du poisson de fond. À compter du 21 février 2013, Version 1.1. Pêches et Océans Canada.

Gao, Y.W., Joner, S.H., Svec, R.A., et Weinberg K.L. 2004. Stable isotopic comparison in otoliths of juvenile sablefish (*Anoplopoma fimbria*) from waters off the Washington and Oregon coast. Fisheries Research 68, 351-360.

Gharrett, A.J., Thomason, M.A., et Wishard L.N. 1982. Biochemical genetics of sablefish. Rapport du CPANO 82-5.

Hastings, A. 1993. Complex interactions between dispersal and dynamics : lessons from coupled logistic equations. Ecology. 74: 1362-1372.

Hauser, L. et Carvalho, G.R. 2008. Paradigm shifts in marine fisheries genetics : ugly hypotheses slain by beautiful facts. Fish Fisheries. 9: 333-362.

Heifetz, J. et Fujioka, J.T. 1991. Movement dynamics of tagged sablefish in the northeastern Pacific Ocean. Fish. Res. 11:355-374.

Kabata, Z. et Whitaker, D.J. 1984. Results of three investigations of the parasite fauna of several marine fishes of British Columbia. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1303.

Kabata, Z., McFarlane, G.A., et Whitaker, D.J. 1988. Trematoda of sablefish, *Anoplopoma fimbria* (Pallas, 1811), as possible biological tags for stock identification. Can. J. Zool. 66: 195-200.

Kendall, A.W. et Matarese, A.C. 1987. Biology of eggs, larvae, and epipelagic juveniles of sablefish, *Anoplopoma fimbria*, in relation to their potential use in management. Mar. Fish. Rev. 49(1): 1-13.

Kimura, D.K., Shimada, A.M., et Shaw, F.R. 1998. Stock structure and movements of tagged sablefish, *Anoplopoma fimbria* in offshore northeastern Pacific waters and the effects of El Nino-southern oscillation on migration and growth. Fish. Bull. 96: 462-481.

McFarlane, G.A. et Beamish, R.J. 1983. Preliminary observations on the juvenile biology of sablefish (*Anoplopoma fimbria*) in waters off the west coast of Canada. *In* : Proceedings of the International Sablefish Symposium. Alaska Sea Grant Report 83-8. p. 119-134.

McFarlane, G.A. et Nagata, W.D. 1988. Overview of sablefish mariculture and its potential for industry. Proceedings of the Fourth Alaska Aquaculture Conference, Alaska Sea Grant Report 88-4. p. 105-120.

Maloney, N.E. 2004. Sablefish, *Anoplopoma fimbria*, populations on Gulf of Alaska seamounts. Mar. Fish. Rev. 66(3): 1-12.

Maloney, N.E. et Heifetz, J. 1997. Movements of tagged sablefish, *Anoplopoma fimbria*, released in the eastern Gulf of Alaska. *Mis au point par* M.E. Wilkins et M.W. Saunders (éditeurs). Biology and Management of Sablefish, *Anoplopoma fimbria*. NOAA Tech. Rep. NMFS 130. p. 115-130.

Maloney, N.E. et Sigler, M.F. 2008. Age-specific movement patterns of sablefish (*Anoplopoma fimbria*) in Alaska. Fish. Bull. 106: 305-316.

Mason, J.C., Beamish, R.J. et McFarlane, G.A. 1983. Sexual maturity, fecundity, spawning, and early life history of sablefish (*Anoplopoma fimbria*) off the Pacific coast of Canada. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 2126-2134.

Moser, G.H., Chakter, R.L., Smith, P.E., Lo, N.C.H., et Ambrose, D.A. 1994. Early life history of sablefish, *Anoplopoma fimbria*, off Washington, Oregon, and California, with application to biomass estimation. CalCOFI Rep., Vol. 35: 144-159.

Murie, D.J., Mitton, M., Saunders, M.W., et McFarlane, G.A. 1995. A summary of sablefish tagging and biological studies conducted during 1982-1987 by the Pacific Biological Station. Rapp. stat. can. sci. halieut. aquat. 959 : 84p.

Rutecki, T.L. et Varosi, E.R. 1997a. Distribution, age, and growth of juvenile sablefish, *Anoplopoma fimbria*, in Southeast Alaska. *Mis au point par* M.E. Wilkins et M.W. Saunders (éditeurs). Biology and Management of Sablefish, *Anoplopoma fimbria*. NOAA Tech. Rep. NMFS 130. p. 45-54.

Rutecki, T.L. et Varosi, E.R. 1997b. Migrations of juvenile sablefish, *Anoplopoma fimbria*, in Southeast Alaska. *Mis au point par* M.E. Wilkins et M.W. Saunders (éditeurs), Biology and Management of Sablefish, *Anoplopoma fimbria*. NOAA Tech. Rep. NMFS 130. p. 123-130.

Saunders, M.W., Leaman, B.M., et McFarlane, G.A. 1997. Influence of ontogeny and fishing mortality on the interpretation of sablefish, *Anoplopoma fimbria*, life history. *Mis au point par* M.E. Wilkins et M.W. Saunders (éditeurs), Biology and Management of Sablefish, *Anoplopoma fimbria*. NOAA Tech. Rep. NMFS 130. p. 81-92.

Shaw, F.R. et N.B. Parks. 1997. Movement patterns of tagged sablefish, *Anoplopoma fimbria*, recovered on seamounts in the northeast Pacific Ocean and Gulf of Alaska. *Mis au point par* M.E. Wilkins et M.W. Saunders (éditeurs), Biology and Management of Sablefish, *Anoplopoma fimbria*. NOAA Tech. Rep. NMFS 130. p. 151-158.

Sigler, M.F., Lowe, S.A., et Krastelle, C.R. 1997. Age and depth differences in the age-length relationship of sablefish, *Anoplopoma fimbria*, in the Gulf of Alaska. *Mis au point par* M.E. Wilkins et M.W. Saunders (éditeurs), Biology and Management of Sablefish, *Anoplopoma fimbria*. NOAA Tech. Rep. NMFS 130. p. 55-63.

Sigler, M.F., Rutecki, T.L., Courtney, D.L., Karinen, J.F. et Yang, M.-S. 2001. Young-of-the-year sablefish abundance, growth, and diet. Alaska Fish. Res. Bull. 8(1): 57-70.

Tripp-Valdez, M.A., Garcia-de-Leon, F.J., Espinosa-Perez, H., et Ruiz-Campos, G. 2012. Population structure of sablefish *Anoplopoma fimbria* using genetic variability and geometric morphometric analysis. J. Applied Ichthy. 28: 516-523.

Tsuyuki, H. et Roberts, E. 1969. Muscle protein polymorphism of sablefish from the Eastern Pacific Ocean. Fish. Res. Board Can. 26, 2633-2641.

Waples, R.S. 1998. Separating the wheat from the chaff : patterns of genetic differentiation in high gene flow species. J. Heredity 89, 438-450.

Ward, R.D., Woodwark, M., et Skibinski, D.O.F. 1994. A comparison of genetic diversity levels in marine, freshwater, and anadromous fishes. J. Fish Biol. 44: 213-232.

Whitaker, D.J. et McFarlane, G.A. 1997. Identification of sablefish, *Anoplopoma fimbria* (Pallas, 1811), stocks from seamounts off the Canadian Pacific coast using parasites as biological tags. *Mis au point par* M.E. Wilkins et M.W. Saunders (éditeurs), Biology and Management of Sablefish, *Anoplopoma fimbria*. NOAA Tech. Rep. NMFS 130. p. 131-136.

Wing, B.L. 1997. Distribution of sablefish, *Anoplopoma fimbria*, larvae in the Eastern Gulf of Alaska. *Mis au point par* M. Saunders et M. Wilkins (éd.). *Mis au point par* M.E. Wilkins et M.W. Saunders (éditeurs), Biology and Management of Sablefish, *Anoplopoma fimbria*. NOAA Tech. Rep. NMFS 130. p. 13-26.

Wyeth, M.R., Kronlund, A.R, et Elfert, M. 2007. Summary of the 2005 British Columbia sablefish (*Anoplopoma fimbria*) research and assessment survey. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2694. 105 p.

Le présent rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190, chemin Hammond Bay, Nanaimo (Colombie-Britannique) V9T 6N7

Téléphone: (250) 756-7208
Courriel: CSAP@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet: www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs

ISSN 1919-3815
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2013

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2013. Examen de la structure de la population de morue charbonnière du Pacifique Nord-Est et de son incidence sur les pêches canadiennes sur les monts sous-marins. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2013/017.

Also available in English:

DFO. 2013. A Review of Sablefish Population Structure in the Northeast Pacific Ocean and Implications for Canadian Seamount Fisheries. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2013/017.